

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01B 11/02, G02B 21/08		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/57508 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1999 (11.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01141 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. April 1999 (16.04.99) (30) Prioritätsdaten: 198 19 492.7 30. April 1998 (30.04.98) DE (71) Anmelder: LEICA MICROSYSTEMS WETZLAR GMBH [DE/DE]; Postfach 20 40, D-35530 Wetzlar (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder: BLÄSING-BANGERT, Carola [DE/DE]; Elbestrasse 31, D-35625 Hüttenberg (DE). RINN, Klaus [DE/DE]; Gladiolenweg 8, D-35452 Heuchelheim (DE). KACZYNSKI, Ulrich [DE/DE]; Arthur-Weber-Weg 3, D-61231 Bad Nauheim (DE). BECK, Mathias [DE/DE]; Münchberg 15, D-35606 Solms (DE).			(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING STRUCTURES ON A TRANSPARENT SUBSTRATE

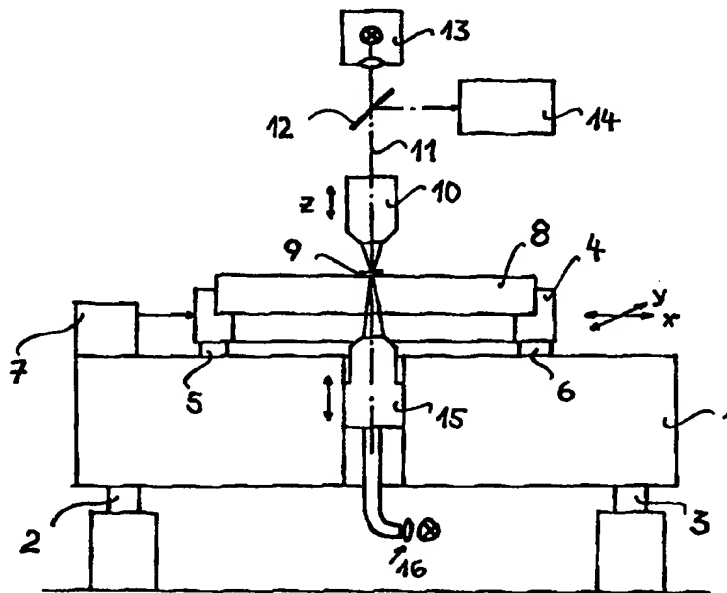
(54) Bezeichnung: MESSGERÄT ZUR VERMESSUNG VON STRUKTUREN AUF EINEM TRANSPARENTEN SUBSTRAT

(57) Abstract

A device for measuring structures (9) on a transparent substrate (8), comprising a vertical illuminator device (10, 13), an imaging device (10) and a detector device (14) for the imaged structures (9), in addition to a displaceable measuring stage (4) which can be measured interferometrically (7) and is arranged in a vertical and relative position with regard to the optical axis (11) of the imaging device (11) in order to receive the substrate (8). The invention is characterized in that the measuring stage (4) is configured as an open frame with a edge that receives the substrate (8) and a transilluminator device (15, 16) is provided underneath the measuring stage (4), whereby the optical axis of said transilluminator device is aligned with the vertical illuminator device (10, 13).

(57) Zusammenfassung

Ein Meßgerät zur Vermessung von Strukturen (9) auf einem transparenten Substrat (8), mit einer Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (10, 13), einer Abbildungs-Einrichtung (10) und einer Detektor-Einrichtung (14) für die abgebildeten Strukturen (9) und einem senkrecht und relativ zur optischen Achse (11) der Abbildungs-Einrichtung (10) interferometrisch (7) meßbar verschiebbaren Meßtisch (4) zur Aufnahme des Substrats (8) zeichnet sich dadurch aus, daß der Meßtisch (4) als offener Rahmen mit einem Aufnahmerand für das Substrat (8) ausgebildet ist und unter dem Meßtisch (4) eine Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung (15, 16) vorgesehen ist, deren optische Achse mit der der Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (10, 13) fluchtet.



Ein Meßgerät zur Vermessung von Strukturen (9) auf einem transparenten Substrat (8), mit einer Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (10, 13), einer Abbildungs-Einrichtung (10) und einer Detektor-Einrichtung (14) für die abgebildeten Strukturen (9) und einem senkrecht und relativ zur optischen Achse (11) der Abbildungs-Einrichtung (10) interferometrisch (7) meßbar verschiebbaren Meßtisch (4) zur Aufnahme des Substrats (8) zeichnet sich dadurch aus, daß der Meßtisch (4) als offener Rahmen mit einem Aufnahmerand für das Substrat (8) ausgebildet ist und unter dem Meßtisch (4) eine Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung (15, 16) vorgesehen ist, deren optische Achse mit der der Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung (10, 13) fluchtet.

Meßgerät zur Vermessung von Strukturen
auf einem transparenten Substrat

Die Erfindung betrifft ein Meßgerät und ein Verfahren zur Vermessung von Strukturen auf einem transparenten Substrat mit einer Auflicht-

- 5 Beleuchtungseinrichtung, einer Abbildungs-Einrichtung und einer Detektor-Einrichtung für die abgebildeten Strukturen und einem senkrecht und relativ zur optischen Achse der Abbildungs-Einrichtung interferometrisch meßbar verschiebbarem Meßtisch zur Aufnahme des Substrats.

Ein Meßgerät dieser Art ist z.B. in dem Vortragsmanuskript: Pattern

- 10 Placement Metrology for Mask Making, Dr. Carola Bläsing, ausgegeben anlässlich der Tagung Semicon, Education Program, in Genf am 31.03.1998, ausführlich beschrieben. Das Meßgerät ist in einer Klimakammer aufgestellt, um eine Meßgenauigkeit im Nanometer-Bereich erreichen zu können. Gemessen werden die Koordinaten von Strukturen auf Masken und Wafern.
- 15 Das Meßsystem ist auf einem schwingungsgedämpft gelagerten Granitblock angeordnet. Die Masken und Wafer werden mit einem automatischen Handlingsystem auf den Meßtisch gebracht.

Der Meßtisch gleitet auf Luftlagern auf der Oberfläche des Granitblocks. An zwei zueinander senkrecht stehenden Seiten des Meßtisches sind ebene

- 20 Spiegel angebracht. Ein Laser-Interferometer-System bestimmt die Position des Meßtisches.

Die Beleuchtung und die Abbildung der zu messenden Strukturen erfolgt über eine hoch auflösende, apo-chromatisch korrigierte Mikroskop-Optik im Auflicht im Spektralbereich des nahen UV. Eine CCD-Kamera dient als Detektor. Aus

dagegen in unterschiedlichen Meßgeräten zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Bei der Halbleiterherstellung wird die Maske im Stepper im Durchlicht beleuchtet und auf den Wafer abgebildet. Es besteht daher auch ein Interesse
5 daran, die genaue licht-abschattende Breite des Strukturelementes ermitteln zu können. Hierfür wurden spezielle Meß-Mikroskope entwickelt, bei denen die Maske im Durchlicht beleuchtet und ausschließlich die Breite des opaken Strukturbildes gemessen wird. Für eine Bestimmung der Lagekoordinaten der Strukturelemente sind diese Meßgeräte nicht vorgesehen. Diese
10 Überlegungen gelten in gleicher Weise, wenn anstelle opaker Strukturelemente transparente Strukturelemente in der Maskenoberfläche gemessen werden sollen.

Die zunehmenden Anforderungen in der Qualitätskontrolle der Maskenherstellung erfordern eine Überprüfung der Designparameter der
15 Maskenstrukturen sowohl hinsichtlich ihrer Lage als auch ihrer wirksamen Projektionsbreite. Dabei wird eine immer kürzere Durchlaufzeit gefordert. Die notwendigen Reinheitsanforderungen bedingen zudem eine steigende Sorgfalt bei den Handlingvorgängen für die Auflage der Maske im Meßgerät. Bei zunehmender Größe der Masken und steigender Strukturdichte nimmt
20 auch der Wert der Masken nach jedem Prozeßschritt zu, so daß auch die Sicherheit des Handlings gegen Zerstörung der Masken von entscheidender Bedeutung ist.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein Meßgerät zu schaffen, mit dem sowohl eine genaue Lagebestimmung als auch eine zuverlässigere
25 Aussage über die Strukturbreite ohne Kenntnis der geometrischen Kantenprofile möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Meßgerät der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Meßtisch als offener Rahmen mit einem Aufnahmerand für das Substrat ausgebildet ist und unter dem Meßtisch
30 eine Durchlicht-Beleuchtungseinrichtung vorgesehen ist, deren optische

Fig. 2 ein Struktur- und Intensitätsprofil mit Auswertung im Auflicht
 und Durchlicht

Fig. 3 ein anderes Struktur- und Intensitätsprofil

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel besteht aus einem Granitblock
5 1, der auf Füßen 2, 3 schwingungsgedämpft gelagert ist. Auf dem Granitblock
1 ist ein als Rahmen ausgebildeter Meßtisch 4 auf Luftlagern 5, 6 in den zwei
durch Pfeile angedeuteten Richtungen gleitend verschiebbar. Der Rahmen
des Meßtisches 4 besteht vorteilhafterweise aus einer Glaskeramik mit
geringem thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Die Antriebe dafür sind
10 nicht dargestellt. Die Position des Meßtisches 4 wird mit einem Laser-
Interferometer-System 7 in x- und y-Richtung gemessen.

In den Rahmen des Meßtisches 4 ist eine Maske 8 eingelegt. Die Maske 8
besteht z.B. aus Quarzglas. Auf der Maskenoberfläche sind Strukturen 9
aufgebracht. Da der Meßtisch 4 als Rahmen ausgebildet ist, kann die Maske
15 8 auch von unten her durchleuchtet werden.

Oberhalb der Maske 8 befindet sich ein Abbildungssystem 10 hoher optischer
Güte, das zur Fokussierung längs seiner optischen Achse 11 in z-Richtung
verstellbar ist. Über einen Teilerspiegel 12 wird zum einen das Licht einer
Lichtquelle 13 in den optischen Strahlengang eingeleitet und zum anderen
20 werden die Abbildungsstrahlen auf eine Detektor-Einrichtung 14 gelenkt. Die
Detektor-Einrichtung 14 ist z.B. eine CCD-Kamera mit hochauflösendem
Pixelarray. Die Lichtquelle 13 emittiert im nahen UV-Spektralbereich.

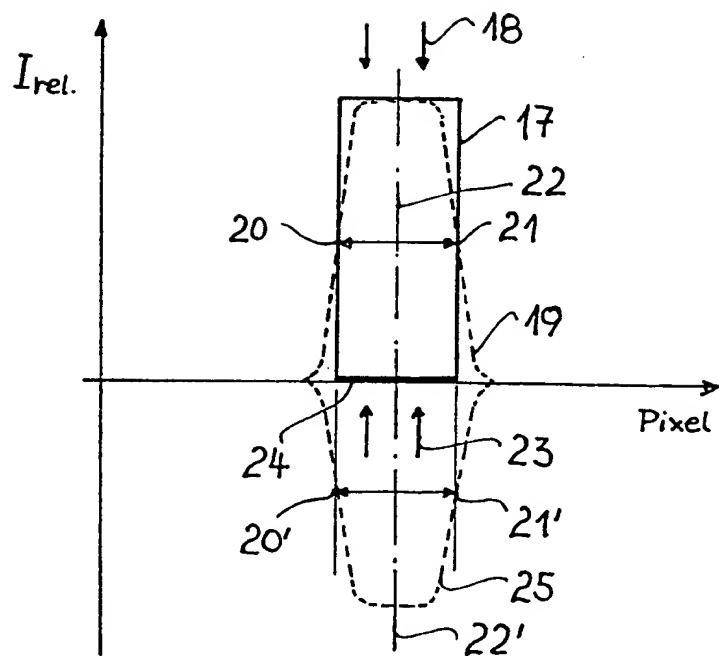
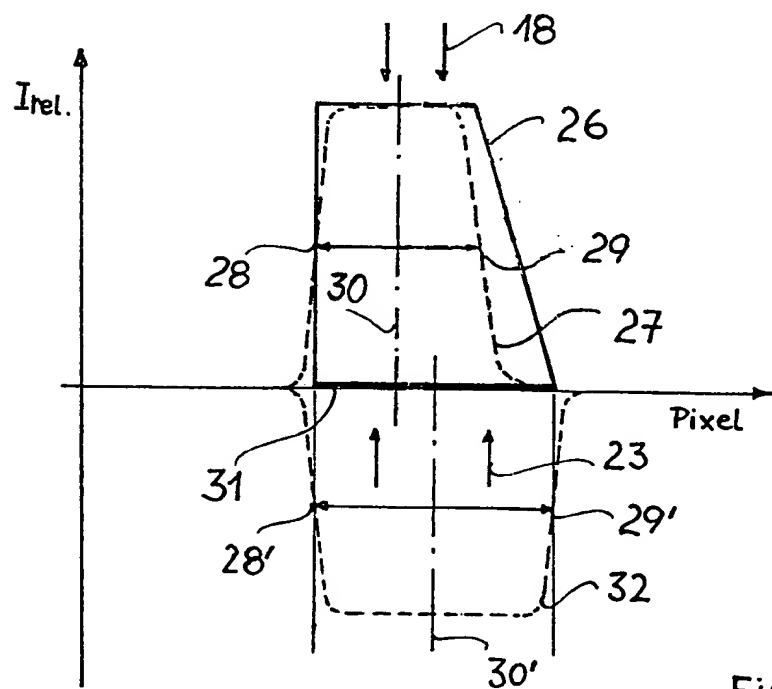
In den Granitblock 1 ist eine weitere Beleuchtungseinrichtung eingesetzt, die
aus einem höhenverstellbaren Kondensor 15 und einer Lichtquelle 16 besteht.
25 Als Lichtquelle 16 kann auch die Austrittsfläche eines Lichtleiters vorgesehen
sein. Die optische Achse des Kondensors 15 fluchtet mit der optischen Achse
11 des Abbildungssystems 10. Die Höhenverstellung des Kondensors 15 mit
Lichtquelle 16 dient der Anpassung der auf die Struktur 9 zu richtenden
Beleuchtungsstrahlen an unterschiedliche optische Dicken von Masken 8. Der
30 Kondensorkopf kann insbesondere in den offenen Teil des Meßtischrahmens

Ätzprozessen eine Verbreiterung auftritt. Der TV-Autofokus wird in jedem Fall die Abbildung auf die kontrastreichste Abbildung der Oberfläche des Strukturelements einstellen. Auf diese Abbildung hat der aktuelle Verlauf des unsymmetrischen Teils des Kantenprofils nahezu keinen Einfluß. Es ergibt
5 sich im Auflicht 18 daher ein im Vergleich zu Fig. 2 ähnliches Intensitätsprofil 27, aus dem die Kantenlagen 28, 29 und die Lagekoordinate 30 des Strukturelements 26 abzuleiten sind.

Im Durchlicht 23 ist jedoch allein der Fußbereich des Kantenprofils 26 für die Schattenbildung 31 und das auf den CCD-Elementen erzeugte Bild
10 entscheidend. Es ergibt sich daher wiederum ein im wesentlichen symmetrisches Intensitätsprofil 32 mit nach rechts verschobener Kantenlage 29'. Damit resultiert zunächst eine größere Strukturbreite aus der Differenz der Kantenlagen und auch eine andere Lagekoordinate 30' für das Strukturelement 26. Die Differenz der Lagekoordinaten 30, 30' deutet also auf
15 die Unsymmetrie des Kantenprofils 26 hin. Der Maskenhersteller ist somit in der Lage, seinen Herstellprozeß besser zu analysieren. Es ist ersichtlich, daß bei einem symmetrisch trapezförmigen Kantenprofil die Lagekoordinaten aus der Auflicht- und der Durchlichtmessung nicht unterschiedlich sind. Hier verändert sich lediglich die Aussage über die Strukturbreite. Auch das läßt
20 eine Aussage über den Herstellprozeß zu. Die verwendeten Darstellungen der Kanten- und Intensitätsprofile sind schematisch und können insbesondere bei Strukturbreiten und Strukturabständen im Bereich der Lichtwellenlänge komplexer sein.

Die beschriebene Vergleichbarkeit der Meßdaten im Auflicht und im Durchlicht
25 ist nur deswegen zulässig, weil sie in gleicher Lokalisierung des Substrats und mit denselben Abbildungs- und Auswertungsmitteln gewonnen werden. Erstmals wird die Zuordnung einer im Durchlicht gemessenen Strukturbreite zu einer absoluten Lageangabe für diese Struktur im Maskenkoordinatensystem möglich.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Koordinaten der Strukturen sowohl bei Auflicht- als auch bei Durchlicht-Beleuchtung bestimmt werden.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die
- 5 Kantenlagen der Strukturen bei Auflicht- und/oder Durchlicht-Beleuchtung für eine Strukturbreitenmessung ausgewertet werden.

Fig. 2Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01141

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>ROTH K -D ET AL: "Performance data obtained on a new mask metrology tool" 16TH ANNUAL SYMPOSIUM ON PHOTOMASK TECHNOLOGY AND MANAGEMENT, REDWOOD CITY, CA, USA, 18-20 SEPT. 1996, vol. 2884, pages 360-366, XP002117582 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1996, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X page 361 -page 362 -----</p>	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01141

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01B11/02 G02B21/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01B G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 260 558 A (GOLTSOS WILLIAM C ET AL) 9. November 1993 (1993-11-09) Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 64 Spalte 5, Zeile 5 - Zeile 7 Spalte 5, Zeile 55 - Zeile 68; Abbildung 7 ---	1-6
Y	W.MIRANDÉ: "Kantenvermessung an Mikrostrukturen" VDI-BERICHT, Nr. 1102, 1993, XP002117581 in der Anmeldung erwähnt Seite 138, letzter Absatz; Abbildung 1 ---	1-5
Y	DE 12 63 339 B (C.REICHERT OPTISCHE WERKE AG) 14. März 1968 (1968-03-14) Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 20; Abbildung 1 ---	1-4
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Oktober 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/10/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Scheu, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung..., die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01141

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5260558	A	09-11-1993	KEINE	
DE 1263339	B		KEINE	